

SU ÜRÜNLERİ KONULARI

Editör: Prof.Dr. Azime KÜÇÜKGÜL

yaz
yayınları

Su Ürünleri Konuları

Editör

Prof.Dr. Azime KÜÇÜKGÜL

yaz
yayınları

2025

Su Ürünleri Konuları

Editör: Prof.Dr. Azime KÜÇÜKGÜL

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5596-24-6

Mart 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Rosmarinus Officinalis, Lavandula Stoechas, Laurus Nobilis, Eucalyptus Camaldulensis Bitkilerinin Antibakteriyel Etkinlikleri	1
<i>Serhan YAVUZER, Pınar ERECEVİT SÖNMEZ, Azime KÜÇÜKGÜL</i>	
İklim Değişikliğinin Su Ürünleri Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi	28
<i>Kamil ATSATAN</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

**ROSMARINUS OFFICINALIS, LAVANDULA
STOECHAS, LAURUS NOBILIS, EUCALYPTUS
CAMALDULENSIS BİTKİLERİNİN
ANTİBAKTERİYEL ETLİNLİKLERİ**

Serhan YAVUZER¹

Pınar ERECEVİT SÖNMEZ²

Azime KÜÇÜKGÜL³

1. GİRİŞ

Türkiye su kaynakları yönünden zengin bir ülke olup bu kaynaklarının verimliliği açısından da önemli bir konumdadır. Sularımızda ekonomik öneme sahip birçok tür bulunmakta (93 balık, 33 kafadan bacaklı, 126 kabuklu) bu da sektörün gelişimine katkı sağlamaktadır (TÜİK, 2019). Su Ürünleri yetiştiriciliği son zamanlarda insan tüketimindeki öneminin fark edilmesiyle gelişme göstermiş ve öncül sektörler arasına girmiştir. Özellikle yüksek kalitedeki protein içeriği ile sağlıklı beslenmede balıketi her fırsatta vurgulanmış ve bu bilincin gelişmesiyle sektör Türkiye bazında da giderek büyüyen bir konuma ulaşmıştır. Hem avcılık hem de yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri miktarı 2018 yılı itibarıyla 628 bin 631 ton olarak belirlenmiş ve yarı

¹ Yüksek Lisans Öğr. Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Aktuluk/Tunceli, serhanyavuzer@munzur.edu.tr, ORCID: 0009-0007-3343-2490.

² Doç. Dr., Munzur Üniversitesi, Pertek Sakine Genç MYO, Gıda İşleme Bölümü, Aktuluk/Tunceli, perecevit@munzur.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2389-0694.

³ Prof. Dr., Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Aktuluk/Tunceli, akucukgul@munzur.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0515-6667.

yarıya bir seyir izlemiştir (TUIK, 2019). Bu veri gösteriyor ki sektörün hızla büyümesi tüketim oranı ile paraleldir ve 50 yıl içinde artan talebin su ürünleri yetiştiriciliği yoluyla karşılanacağı öngörülmektedir (Kobayashi ve ark., 2015). 2019-2023 yılları arasında ise Türkiye'nin su ürünleri üretiminin yarıdan fazlasını (%60) yetiştiricilik yoluyla yapılan üretim oluşturmaktadır. En fazla yetiştiriciliği yapılan türler iç sularda yaklaşık 146 ton ile alabalık, denizlerde ise 156 bin tonla levrek ve çipura olarak bildirilmiştir (TUIK, 2023).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde ilk önemli olgu ürünlerin pazar boyuna sağlıklı olarak gelmelerini sağlamaktır. Bu durum ise ancak yetiştiricilik tesislerinde sertifikalı yumurta ve yavru balık alımı, ardından rutin kontrollerin devamlılığı, hijyen ve sanitasyon kurallarına bağlı kalmakla mümkündür. Fakat tüm bu tedbirler yine de bazı durumlarda balıkların hastalığa yakalanmasına engel olamamakta ve enfeksiyöz hastalıklara maruz kalmasına sebep olabilmektedir.

Balık yetiştiriciliğinde ortaya çıkan hastalıklarda ana sebep stres oluşturabilecek her türlü faktörü (stresör) kapsamaktadır. Bunlar fiziksel (ses, ışık, sıcaklık vb.) ve kimyasal (kirlilik, diyet, su kalitesi vb.) olabildiği gibi biyolojik kaynaklı (yoğun stok, diğer su canlılarının varlığı, virüs, bakteri, mantar ve parazit gibi mikro canlılar vb.) da olabilmektedir. Yetiştiricilik ortamında fiziko-kimyasal durumlardaki sapmalar en önemli stres etkenleri olup yönetsel stresler (nakil, boylama, hasat, her türlü medikament uygulaması vb.) ikincil öneme sahiptir. Tüm bu stresörler neticesinde balıkların hastalanması kaçınılmaz hale gelmektedir. Enfeksiyonlar nedeniyle balık çiftliklerinde rastlanan salgınlarda ise ölüm oranlarının artmasına paralel gözlenen ekonomik kayıplar, su ürünleri yetiştiriciliği sektörü için endişe verici bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır (Zhu ve Li, 2007).

Balık hastalıklarından ise en tehlikeli boyutta olan patojen karakterli olanlardır. Çünkü bu durumda hastalığın balıktan balığa bulaşı söz konusu olup tedavi edilmediği takdirde kısa zaman sonra balıklarda mortalitelerin görülmesi sonuçta ise toplu ölümler ile işletmenin ekonomik yönden zarar görmesi mümkün hale gelecektir. Bu nedenle, balık yetiştiriciliğinde infeksiyöz kökenli hastalıklar ölümcül seyir izlediği ve genellikle hastalığın hazırlayıcı nedenini oluşturduğu birçok çalışmayla ortaya konmuştur (Zhang ve Li, 2008).

Ülkemizde balık yetiştiricilik işletmelerinde en fazla görülen hastalıklardan olan Vagokokkozis, etkeni *Vagococcus salmoninarum* olarak tanınan su sıcaklığının 10-12 °C'lere ulaştığı zamanlarda yumurtlama stresi görülen bir hastalıktır. Bu hastalığın semptomları arasında ekzoftalmus, yüzgeç problemleri (erime, hemoraji vb.), renkte koyulaşma; iç organlarda ise hiperemik odaklar bildirilmiştir (Didinen ve ark., 2011). Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de özellikle alabalık çiftliklerinde kronik seyreden bir diğer hastalık Yersiniosis veya Enterik Redmount (ERM) bulaşıcı bir hastalık olarak bilinmekte ve ciddi tehlikelere sebep olmaktadır (Furones ve ark., 1993). Bu hastalığın etkeni olan *Yersinia ruckeri* tarafından enfekte olan balıklarda yüzeyde yüzme, iştahsızlık, halsizlik görülmekle birlikte göz etrafı, ağız ve cidarlarında hemorajiler meydana gelmekte iç organlarda siyahlık ve hemorajiler izlenmektedir (Ross ve ark., 1966; Küçükgül ve ark., 2019). Dünyanın birçok ülkesinde deniz ve tatlı su balıklarını etkileyen bir diğer etken *Lactococcus garvieae*'nin neden olduğu Laktokokkozistir (Austin ve Austin, 2012). Hemorajik sepsis ile karakterize bu hastalık genellikle tava büyüklüğündeki balıkları enfekte ettiği için alabalık çiftliklerinde önemli ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Çağırğan ve Tanrıkul 1997). Enfekte balıklarda semptomatik bulgular akzoftalmus, operkulum ve yüzgeç tabanlarında hemorajik görünüm, şişmiş karın

makroskopik bulgular olarak görülmektedir (Chen ve ark., 2002). Balık yetiştiriciliğinde verimi sınırlayan yüksek ekonomik kayıplardan sorumlu olan *Aeromonas* türlerinin neden olduğu salgınlar su ürünleri sektörü için tehlikeli olgularından bir diğeridir. Enfekte balıklarda ülseratif oluşumlar, yüzgeçlerde çürüme, ekzoftalmus, deride koyulaşma, kırmızı lekeler vb. görülmektedir (Sreedharan ve ark., 2011).

Bilindiği üzere bu hastalıklarla mücadelede uzun yıllardır antibiyotiklerden yararlanılmıştır. Ancak son yapılan çalışmalar göstermiştir ki aşırı ve sık kullanılan antibiyotikler balığın dokusunda birikim yapmasının yanında balığın yaşadığı su içerisinde de akümüle olmuş ve potansiyel bir risk oluşturmuştur (Harikrishnan ve ark., 2010; Zeng ve ark., 2009).

Eski zamanlardan bu yana bitkisel ürünlerin eski terapilerde kullanıldığı bilinmektedir. Son zamanlarda sentetik ürünler üzerinde ortaya çıkan handikaplar nedeniyle birçok araştırmacı daha doğal, uygulanabilirliği yüksek ve daha az komplikasyonlara sahip ürünlere yönelmiş ve bu amaçla bitkilerin gücünden yararlanmaya karar vermişlerdir. Su ürünleri yetiştiricilik sistemlerinde de antibiyotik gibi kimyasal madde kullanımının zararları en aza indirmek, daha kaliteli ürün elde etmek, maliyeti azaltmak için doğal ve çevre dostu olan aromatik ve tıbbi bitkilerden yararlanmaya başlanmıştır (Cihangir ve Diler, 2016).

Lamiaceae familyasından olan *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) ve *Lavandula stoechas* L. (lavanta), Lauraceae familyasından *Laurus nobilis* L. (defne) ve Myrataceae familyasından *Eucalyptus camaldulensis* L. (okaliptüs) alkaloidler, uçucu yağlar, terpenoidler ve flavonoidler bakımından zengin olduğu ve güçlü antimikrobiyal etkinlikleri güçlü olan bitkilerdir. Tıp, eczacılık, parfümeri, bitkisel çay gibi birçok alanda kullanıma sahip olan bu bitkiler fitoterapötik

etkileri yönünden de üzerinde birçok çalışma yapılmış etkinlikleri bildirilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada bu bitkilerin antimikrobiyal aktiviteleri literatür eşliğinde detaylı olarak ele alınmıştır.

2. ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİĞİ GÜÇLÜ BİTKİLER

2.1.Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Bilindiği üzere bitkiler eski zamanlardan bu yana hastalıkların tedavisinde kullanılmakta ve etkili sonuçlar alınmaktadır. Özellikle tıbbi içerikleri sayesinde antibakteriyel antiinflamatuvar, antiviral vb. etkiler gösteren tıbbi bitkiler sektörümüz içinde tercih edilmektedir. Bu bitkilerden birisi olup tohumlu bitkiler âlemi yer alan biberiye Asteridae takımından olup Lamiaceae familyası *Rosmarinus* cinsi içerisinde yer almaktadır. Dünya genelinde en belirgin ailelerden birisi olan biberiye 236 cins ve 7.000’den fazla türle temsil edilmektedir. Bu aile üyelerine sahip olan türlerin %80 den fazlası tıbbi kökenlidir. Lamiaceae familyasından olan *Rosmarinus officinalis* L. Türkiye’nin de dâhil olduğu birçok ülkede (Fransa, Tunus, Cezayir gibi) yaygın olarak yayılış göstermektedir (Olmedo ve ark., 2013). Ülkemizde Akdeniz maki florası içinde doğal olarak yetişmekte olan *R. officinalis* L. önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Aysel, 2008). Kendine has karakteristik bir kokusu olan ve halk arasında biberiye, hakpüren, kuşdili otu gibi isimlerle anılan bu bitki; genel olarak fazla büyümeyen, çalı görünümlü, çiçekleri soluk mavi, dalları bol yapraklı, çok yıllık bir bitki türüdür (Resim 1) (Baytop, 1984).



Kaynak: URL-1, 2024



Kaynak: URL-2, 2018



Kaynak: URL-3, 2017



Kaynak: BAKA, 2021

Resim 1. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin görünümü

Akdeniz bitkilerinden olan biberiye ülkemizde önemli bir ticari değere sahiptir. Biberiye doğadan toplanmasının yanında üretimi de yapılan değerli bir bitkidir. En fazla üretiminin yapıldığı il Mersin olup Türkiye biberiye üretiminin yaklaşık %75'ini karşılamaktadır (Resim 1). Bunun yanında ihraç bitkileri arasında önemli olanlarından birisidir. 1999-2003 yılları arasında

328 bin ton ihraç oranı ve 523 bin dolar yıllık gelire sahip olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2001; Özgüven ve ark., 2005).

Eski zamanlardan bu yana biberiyenin uçucu yağlarında bulunan yağ ve tanenlerin aromatik bir koku yaymasıyla temizleyici ve arındırıcı olarak kullanıldığı bilinmekte bu nedenle eski Yunanlılar tarafından tütsü olarak kullanıldığı ayrıca körü ruhları uzaklaştırdığı ve aromasının yaşlanmayı geciktirdiği bilinmektedir. Yine literatürlerde yer alan önemli bir bilgi ise biberiyenin giysilerin arasına konulup güve ve diğer haşerelerden koruduğu yönündedir (Sasikumar, 2004; Duke, 2000). Günümüzde ise biberiyenin birçok kullanım alanı olduğu bilinmektedir. Özellikle bitkinin yapraklarının gaz giderici olarak kullanıldığı, mide krampları ve şişkinliğe iyi geldiği bilinmektedir. Baş ağrısına karşı faydalı olduğu, eklem ve kas ağrılarını hafiflettiği, astım ve bronşit gibi solunum rahatsızlıklarında etkili olduğu, sinir yorgunluğu ve strese iyi geldiği çalışmalarla desteklenmiştir. Bunun dışında depresyon, baş ağrısı, spazm, histeri, mide ağrısı gibi rahatsızlıklarda kullanımları bildirilmiştir (Rahbardash, ve Hosseinzadeh, 2020). Diğer yandan, kurutulmuş yapraklarının gıdaların üzerinde, ekstrakt formunun ise gıdaların marinasyonda tercih edildiği raporlanmıştır. Parfümeri ve sabunlar içinde kullanıldığı bilinmektedir (Lo Presti ve ark., 2005; Sasikumar, 2004). Geleneksel tıpta uzun yıllardır kullanılan biberiye bitkisi ile çalışan Ahmed Alrasheed ve ark. (2023) biberiye yapraklarından temin ettikleri etonolik ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal etkinliği *Escherichia coli* üzerinde araştırılmışlar ve elde edilen sonuçların güçlü etki gösterdiği vurgulanmıştır. Bir antiseptan ve dezenfektan olan klorheksidin ile birlikte kullanılan biberiye yağının etkisi *in vivo* olarak araştırılmış deneysel konsantrasyonların tümünde etkin sonuçlar elde edilmiştir (Rasooli ve ark., 2008).

Fitokimyasal çalışmalar biberiyenin alkaloidler, uçucu yağlar, terpenoidler ve flavonoidler bakımından zengin olduğunu göstermektedir (Borras-Linares ve ark., 2014; Zeng ve ark., 2005). Fitokimyasal çalışmalar biberiyenin Literatürlerde, *R. officinalis* L. esansiyel yağ kimyasal yağ bileşenlerinde camphene, linalool 1,8-cineole, camphor, α -pinene, bornly acetate, β -caryophyllene gibi bileşenlerin varlığını tespit edilmiştir (Gachkar ve ark., 2007; Fu ve ark., 2007; Peng ve ark., 2005). Bazı araştırmacılar ise Verbenone, 1,8-Cineole, camphor, α -pinene gibi bileşenlerin antimikrobiyal etkinlik üzerinde güçlü rol oynadığını raporlamışlardır (Gachkar ve ark., 2007; Pandit ve Shelef, 1994; Simon ve ark., 2004). Kimyasal yağ bileşenleri üzerinde etkin olan bileşenin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda antitümör, antiinflamatuvar, aktioksidan ve antimikrobiyal etkinliğin α -Pinen ile sağlandığı de Oliveira ve ark. (2019) tarafından bildirilmiş ülserle karşı koruyucu ve gastroprotektif etki gösterdiği bildirilmiştir. Shahverdi (2004) *Enterobacteriaceae*'nin klinik izolatlarına karşı piperitone bileşeni ile çalışmış ve furazolidon ve nitrofurantoinin antimikrobiyal aktivitesini arttırdığını raporlamıştır. Biberiye esansiyel yağ bileşenlerinde majör bulunanlardan fenkon, keton grubuna dâhil olup güçlü bir antibakteriyel etki gösterdiği, bunun yanında antiseptik ve sedatif özelliğe de sahip olduğu raporlanmıştır (Baydar, 2009; Buckle, 2015; Sayorwan ve ark., 2013). Vegara ve ark. (2011) ise biberiye esansiyel yağ bileşenlerinde patojenik bakterilere en etkin bileşiğin karnosik asit olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanında antiinflamatuvar ve antioksidan etkinlikte rol oynayan en etkin komponentin rosmarinik asit ve karnosik asit olduğu Sedighi ve ark (2015), Jayanthi ve Subramanian (2014) ve Arranz ve ark. (2015) tarafından çalışılmıştır.

Biberiye bitkisinin terapötik etkileri değerlendirildiğinde güçlü bir antimikrobiyal, antiproliferatif, antiinflamatuvar,

antiviral, spazmolitik ve antifungal gibi etkiler gösterdiği birçok çalışma ile vurgulanmıştır (Baydar, 2009; Charles, 2013; Lo Presti ve ark., 2005; Sasikumar, 2004; Sayorwan ve ark., 2013; Shahverdi, 2004). Fesleğen ve biberiye uçucu yağlarının *Escherichia coli* üzerindeki antibakteriyel etkinliğini disk difüzyon ve MİK yöntemleriyle çalışan Sienkiewicz ve ark. (2013) iki uçucu yağın da *E. coli*'nin tüm klinik suşlarına karşı aktif olduğunu göstermiştir. *R. officinalis* ekstraktının disk difüzyon metodu ile inhibitör etkisi *S. aureus* üzerinde 8-15 mm, *Pseudomonas aeruginosa* ise 15-18 mm zon çapı olarak belirlenmiştir (Santomauro ve ark., 2018). Aslan ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, biberiye esansiyel yağının bazı patojenler üzerindeki antibakteriyel etkinliği disk difüzyon metodu eşliğinde değerlendirilmiş, 50 mm ile en hassas bakterinin *Staphylococcus aureus* olduğu bildirilmiştir. Yedi balık patojeni üzerinde (*Yersinia ruckeri*, *Lactococcus garvieae*, *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas sobria*, *A. salmonicida* and *A. veronii*) *R. officinalis* esansiyel yağının disk difüzyon değerleri belirlenmiş en yüksek çapları *A. sobria* ve *A. veroni* gösterdiği saptanmıştır (Tural ve ark., 2019). *Y. ruckeri* ve *L. garvieae*'nin de dahil olduğu patojenler üzerinde rezene etanol ekstraktının çok etkin olmadığı Bulfon ve ark. (2014) tarafından incelenmiştir. Rezeneden elde edilen ekstrakt ve uçucu yağ formülasyonlarıyla patojenler üzerinde inhibitör etkinin MİK ve MBC değerlerinin belirlenerek takip edildiği çalışmalardan biri olan rezene metanol ekstraktının MİK ve MBC değerleri 25 ve 50 ppm olarak raporlanmıştır (Fazeli-Nasab ve ark., 2021). Hussain ve ark. (2010), 1.52 mg/mL'lik MİK değeri ile en etkili bakterinin *E. coli* olduğunu bildirmiş; *S. aureus* ve *S. epidermidis*'e karşı MİK değerlerinin 1,25 ila 2,5 ve 0,312 ila 0,625 µL/mL olarak değiştiği ise Jardak ve ark. (2017) tarafından vurgulanmıştır. Tüm bu veriler ışığında rezene ve rezeneden elde edilen ürünlerin tüm formlarının güçlü bir antibakteriyel etkinlik gösterdiği bildirilmiştir.

2.2. Lavanta (*Lavandula stoechas* L.)

Keşiş otu, lavanta gibi isimlerle halk arasında anılan bir diğer aromatik bitki Ballıgiller (Lamiaceae) familyasından *Lavandula stoechas* L.'dir. Doğada yetişen bir bitki olan lavanta antiseptik karakterde güçlü bir yara iyileştiricisidir (Öztürk ve ark., 2005). Bunun dışında idrar yolu enfeksiyonlarının önlenmesi, sedatif etkisi, antiinflamatuvar yeteneği ile eskiden bu zamanda dek kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Bir diğer kullanım alanı ise parfümeri ve kozmetik sektörüdür (Guenther, 1952).

Ülkemizde olduğu gibi dünyada da oldukça geniş bir yayılım alanına sahip olan *Lavandula* spp. Anavatu olarak Akdeniz bilinmektedir. Orta Doğu, Avrupa gibi ülkelerde de bulunmakta ve yaklaşık 40 farklı varyete ile temsil edilmektedir (Aprotosoai ve ark., 2017). Türkiye de doğal olarak yetişen lavanta alt türü *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* olarak bildirilmiştir. Bu tür genel olarak 30-60 cm yüksekliklere ulaşabilen keskin kokulu, çalı tarzında çok yıllık bir karakter sergilemektedir (Resim 2) (Baytop, 1984).



**Resim 2. Lamiaceae familyasından *Lavandula stoechas* L.
(Kaynak: URL-5, 2021)**

Parfümeri, kozmetik gibi birçok sektörde ayrıca antiseptik, inflamasyon önleyici, balgam, idrar yolu enfeksiyonların tedavisi amaçlı tıbbi uygulamalarda lavandula türlerinin daha ziyade çiçek kısımları ve yapraklarından yararlanılmaktadır (Baytop, 1984). Özellikle bu kısımlardan temin edilen uçucu yağ formülasyonları sıklıkla tercih edilmektedir. Birçok araştırmacı lavandulanın uçucu yağ bileşenlerinde yer alan bileşenlerin etkililerini görmek için çalışmışlar ve lavandula türlerinde majör bileşenler olarak linalil asetat, kafur, linalool ve 1,8 sineol gibi bileşenleri belirlemişlerdir (Sarker ve ark., 2012). Aprotosoie ve ark. (2017) ise kafur, fenkon, 1,8-sineol α -pinen kubenol ve mentol vb. bileşenleri raporlamışlardır. Ayrıca çalışmalarda linaloolun sedatif etkili olduğu, kafurun solunum ve akciğerlerde antiseptik etkinlik gösterdiği raporlanmıştır (Ayrall, 1997; Tisserand, 1992).

Fitoterapötük etkileri açısından ise lavandula türlerinin güçlü bir antioksidan olduğu ve anestezik olarak değerlendirilebileceği raporlanmıştır (Kovatcheva ve ark., 2001). *Lavandula* spp. antidiyebetik (Mustafa ve ark., 2019), antiinflamatuvar (Zuzarte ve ark., 2013), sitotoksik (Tayarani-Najaran ve ark., 2014) ve kardiovasküler sistem (Sadeghzadeh ve ark., 2017) üzerine etkilerini konu alan birçok araştırma literatürde yer edinmiştir. *Lavandula stoechas* L. uçucu yağlarının antimikrobiyal etkinliği ile ilgili çalışmalarda ise doğal bir antibakteriyel aktivite sağladığı incelemiştir. Yapılan bir araştırmada Wells ve ark. (2018), gram pozitif ve gram negatif bazı bakteriler üzerinde *L. stoechas* esansiyel yağlarının etkinliğini değerlendirmiş; *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus*, *Enterobacter aerogenes* gibi bakteriler üzerinde kuvvetli bir antibakteriyel aktivite belirlenmişlerdir. Arıdoğan vd. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine karşı lavantanında içinde olduğu birçok bitkinin uçucu yağının

antimikrobiyal aktivitesini çalışmışlar *S. aureus* bakterisine karşı 8 mm zon çapı belirlemişlerdir.

Lavandula spp. ile yapılan çalışmalar su ürünleri sektörü içinde antibiyotiklerin olası zararlarının önüne geçmek için son yıllarda üzerinde durulan konuların başında gelmektedir. Yapılan bir çalışmada; karanfil, lavanta, nane esansiyel *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, *V. anguillarum*, *Yersinia ruckeri* gibi balık patojenleri üzerinde antibakteriyel olarak etkin olduğu vurgulanmıştır (Metin ve ark., 2017). Anestezik etkisinin çalışıldığı bir araştırmada ise lavanta yağının yüksek konsantrasyonda (200 mg/l) sedatif etkili olduğu bildirilmiştir (Metin ve ark., 2015). Bu literatür verileri gösteriyor ki lavanta yağı balık patojenleri üzerinde güçlü bir antibakteriyel aktivite sergilemektedir (Bulfon ve ark., 2014; Metin ve ark., 2017; Soltani ve ark., 2014).

2.3. Defne (*Laurus nobilis* L.)

Tıbbi ve aromatik bitkilerden ülkemiz için önemli olan bir diğeri defne bitkisidir. *Laurus nobilis* L. olarak anılan denfe antik yıllardan bu zamana dek kullanılan değerli bir bitkidir (Kayacık, 1977). Akdeniz ülkelerini anavatan olarak benimsemiş defne bitkisi öncelikli Türkiye olmak kaydıyla Belçika, Cezayir, İspanya, Meksika, Yunanistan gibi ülkelerde yayılım göstermektedir. Türkiye de oldukça fazla yayılış alanına sahip olup daha çok Akdeniz ve Ege Bölgelerinde bulunmaktadır (Ayanoğlu ve ark., 2010). Lauraceae familyasına dâhil olan defne 40'ın üzerinde cins ve 1000 kadar türle temsil edilmektedir. Genel olarak 2 m'ye dek yüksekliklere ulaşabilen çalı tipi, dar yapraklı ve hoş kokulu bir bitkidir (Resim 3) (Baydar, 2009; Davis 1982).

Halk dilinde defne olarak adlandırılan bu bitki yöresel isimlerle (Hatayda teynel, Adanada har, Antalyada ehnel vb.) de anılmaktadır (Baytop, 1994). Ülkemizde dış ticarete önemli paya

sahip iç pazarda da geniş kullanım gösteren türü ise *L. nobilis*'tir. Defne bitkisi kozmetik, gıda, ilaç sanayide sıklıkla kullanılan türler arasındadır (Ayanoglu ve ark., 2010). Histeri, diüretik, karminatif etkileri nedeniyle tıbbi amaçlı kullanımları bildirilmiştir. Ayrıca çiban, romatizma ve yara tedavi edici özellikleri de bilinmektedir. Sabun ve şampuan yapımında defne meyvesinden elde edilen yağ kullanıldığı bildirilmiştir (Baytop, 1999).

Defne bitkisinin fitoterapötik etkileri göz önünde bulundurulduğunda uçucu yağında mevcut olan bileşenlerin antibakteriyel, antiinflamatuvar, antidiabetik, antiinflamatuvar vb. etkilerini sağladığı bilinmektedir (Sarıkaya ve ark., 2017). Defne bitkisinden temin edilen uçucu yağlarda bulunan bileşenler arasında ise 1,8- cineole, α -terpineol, α -terpinyl acetate, sabinene, terpinen-4-ol, α -pinen, laurik, linoleik, palmitik asit bulunduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Sangun ve ark., 2007; Karık ve ark., 2015). Bir başka çalışmada defne esansiyel yağ bileşenlerinde 1,8-sineol, α -terpinen, sabinen, α -pinen, β -pinen içerdiği raporlanmıştır (Ghabraie ve ark., 2016).



Resim 3. Defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisi (URL-6, 2023)

Gerek gıda kaynaklı gerekse su ürünleri yetiştiriciliğinde ciddi enfeksiyonlara neden olan bakteriler üzerindeki antibakteriyel araştırmalarda güçlü etkiler saptanmıştır. Yapılan bir araştırmada, defne bitkisinin de içinde bulunduğu bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitesini çalışan araştırmacılar *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis* gibi bakterilerin üremesini engellediği bildirmişlerdir (Akgül ve Kıvanç, 1989). Gıda patojenleri kapsayan bir grup mikroorganizma üzerinde Hammer ve ark. (1999) defne esansiyel yağının antimikrobiyal aktivite gösterdiğini raporlamışlardır. Çenet ve ark. (2006) ise defne ve zencefil esansiyel yağlarının antifungal ve antibakteriyel aktivitelerini çalışmışlar test edilen patojenler üzerinde farklı değerlerde etkinlik bildirmişlerdir. Balıklardan identifiye edilen patjenler üzerinde defne yağının 14 mm disk difüzyon çapı ile güçlü bir antibakteriyel aktivite sergilediği Snuossi ve ark. (2006) tarafından kaydedilmiştir.

2.4. Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* L.)

Myrataceae familyasından olan okaliptüs 3800'den fazla çeşidi olan dünyada hemen hemen her yerde yetişebilen aromatik bir bitki olarak bilinmektedir (Boland ve ark., 1991). Latince ismi *Eucalyptus camaldulensis* olan okaliptüs ülkemizin genelinde bulunmaktadır. Her dem yeşil, çok yıllık, kalın gövdeli ve çok yaraklı aynı zamanda uzun bir ağaç olarak tanınmaktadır (Boland ve ark., 1991; Ghisalberti, 1996).



Resim. 4. Okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) bitkisi (URL-7, 2022)

Okaliptus güçlü bir aromaterapötiktir. Antiseptik olarak kullanımı yaygın olup soğuk algınlığı, boğaz enfeksiyonları, öksürük gibi semptomları ortadan kaldırmak için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bunun yanında solunum rahatsızlıkları içinde faydalı olduğu bilinmektedir (Coppen, 2002; Kumar ve ark., 2007).

Yağ formunda oldukça yaygın kullanılan okaliptusun uçucu yağ bileşenleri değerlendirildiğinde içeriğinde β -Caryophyllene, 1,8-cineole (eucalyptol), limonene, α -Terpinene, *p*-cymene carvacrol gibi aktif bileşenler yer almaktadır (Chalchatve ark., 2001; Dethier ve ark., 1994). Bu uçucu yağ seskiterpenler ve monoterpenler den oluşmakta güçlü bir aroması ve tadı bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antibakteriyal gibi terapötik etkileri nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır (Cai ve ark., 2021; Dhakad ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada okaliptusun etken bileşeni olan 1,8-sineolün monositlerde ve lenfositlerde inhibitör etkileri belirlenmiştir (Juergens ve ark., 2004). Bazı çalışmalarda ise Gram pozitif (*S. aureus*, *B. subtilis* gibi) ve Gram negatif suşlar

(*E. coli*, *P. aeruginosa* gibi) üzerinde etkinliği bildirilmiştir (Farhanghi ve ark., 2022).

Antimikrobiyal etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada *E. camaldulensis*'in ekstraktları için MİK değerleri 0,08 – 200 mg/mL (*B. subtilis* karşı MİK aralığında 0,04 ila 200 mg/mL; *S. aureus*'a karşı 1,25-25 mg/mL) belirlenmiştir (Chuku ve ark., 2016). Bir diğer araştırmada Ghaffar ve ark. (2015), yedi okaliptüs türlerinin uçucu yağlarını *B. subtilis*, *A. niger* ve *R. solani*, *E. coli*, *S. aureus*'a karşı incelemişler ve çeşitli seviyelerde antibakteriyel etkinlikler saptamışlardır. *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens* ve *P. putida* bakterileri üzerinde *E. camaldulensis*'in antimikrobiyal etkinliği 5-10 µg/disk olarak belirlenen bir çalışmada okaliptüs uçucu yağının mükemmel bir antipseudomonal kaynağı olduğunu ve *Pseudomonas* türlerinin biyofilm oluşumunu engellediğini bildirilmiştir (Bektaş ve ark., 2023).

3. SONUÇ

Antibakteriyel kökenli birçok hastalığın tedavisinde kullanılan sentetik ilaçlar yaygın kullanımları nedeniyle mikroorganizmaların antibiyotiklere direnç gelişimi ve rezüdi vb. problemlerini beraberinde getirmiş sonuç olarak bağışıklığın baskılanması gibi yâda alerjik reaksiyonlar gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle sağlık ve çevre açısından daha uygulanabilir ve güvenli aynı zamanda yan etkileri çok daha az olan bitkilerle tedavi son yıllarda önemli hale gelmiştir.

Bitkiler ve ürünlerinden (ekstrat, hidrozol, uçucu yağ) elde edilen bileşenlerin geniş antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, antiparazitik, aantiinflatuar vb. etkiler gösterdikleri birçok literatürce doğrulanmış ve birçok sektörce ticari olarak kullanmaları son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu sektörlerden birisi olan su ürünleri ise özellikle hastalıkların

tedavisinde doğal bir antibakteriyel olarak, ayrıca koruyucu ve bağışıklık istemini güçlendirici etkileri nedeniyle tamamlayıcı yâda destekleyici olarak bitki ve ürünlerinden yararlanmaktadırlar.

Bu çalışmada antibakteriyel etkinlikleri güçlü olan biberiye, defne, okaliptüs, lavanta gibi bitkiler literatür eşliğinde incelenerek birçok sektörde olduğu gibi su ürünleri sektörü içinde kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Sektörümüzde bitkisel ürünlerin çeşitli formlarda (ekstrakt, esansiyel yağ vb.) kullanımının önemli hastalıklara neden olan patojenler üzerindeki tedavi edici aktivitesi birçok çalışmada vurgulanmış birçoğunda güçlü bir antibakteriyel etkinlik sağladığı bildirilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından “YLMUB024-02” No’lu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahmed Alrasheed, A., Ahmed Alrasheid, A., Mohamed Abdalla, W., Mohammed Saeed, S., Haidar Ahmed, H. 2023. Antimicrobial and Antioxidant Activities and Phytochemical Analysis of *Rosmarinus officinalis* L. Pod and *Thymus vulgaris* L. Leaf Ethanolic Extracts on *Escherichia coli* Urinary Isolates. International Journal of Microbrology, 3: 1-7.
- Akgul, A., Kivanc, M. 1989. Sensitivity of four foodborne moulds to essential oil from Turkish spice, herb and citrus peel. J. Sci. Food Agric. 47: 129-132.
- Aprotosoiaie, A.C., Gille, E., Trifan, A., Luca, V.S., Miron, A. 2017. Essential oils of *Lavandula* genus: a systematic review of their chemistry. Phytochemistry Reviews, 16(4):761-99.
- Arıdoğan, A., Atasever, L., Bal, Ç. 2004. Klinik örneklerden izole edilen *Staphylococcus aureus* suşlarının antibiyotiklere dirençleri. Türk Mikrobiyol. Cem. Derg., 34: 20-3.
- Arraz, E., Mes, J., Wichers, H. J., Jaime, J. L., Mendiola, A., Reglero, R., & Santoyo, S., 2013. Anti-inflammatory activity of the basolateral fraction of Caco-2 cells exposed to a rosemary supercritical extract. J. Funct. Foods, 13: 384–390.
- Aslan, R., Taşkın Kafa, A. H., Hasbek, M., & Çelik, C., 2021. Farklı esansiyel yağların in vitro antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirilmesi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 78(4): 525-534.
- Austin, B., Austin, D.A., 2012. Bacterial fish pathogens (Vol. 481). Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 482.
- Ayanoğlu, F., Mert, A., Kaya, A., & Köse, E. 2010. Hatay Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Defne (*Laurus nobilis*

- L.) Bitkisinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi ve Seleksiyonu, Tübitak Proje No: 108O878, 268s, Hatay.
- Aysel, M.B. 2008. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve mercanköşk (*Origanum Onites* L.) bitkilerindeki antioksidan aktivite potansiyellerinin araştırılması [Research on the potential antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and origano (*Origanum onites* L.) plants]. Ankara Üniversitesi, Yüksek lisans Tezi, Ankara.
- Baydar, H., 2009. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (No:51). SDU Ziraat Fakültesi Yayınları, Isparta.
- Baytop, T., 1984. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, İstanbul, 520s., 1984
- Bektaş, S., Özdal, M., Gurkok, S. 2023. Antibiofilm activities and in vitro susceptibility testing of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) essential oil (EO) against fish pathogen *Pseudomonas* species. Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi, 1(1):8-14.
- Boland, D.J., Brophy, J.J., House, A.P.N. 1991. Eucalyptus Leaf Oils: Use, Chemistry, Distillation and Marketing. Inkata Press Melbourne.
- Borras-Linares, I., Stojanovic, Z., Quirantes-Pine, R., Arraez-Roman, D., Svarc-Gajic, J., Fernandez-Gutierrez, A., 2014. *Rosmarinus officinalis* leaves as a natural source of bioactive compounds. Int J Mol Sci, 15:20585- 20606.
- Buckle, J., 2015. Clinical Aromatherapy; Essential Oils in Healthcare. New York: Churchill Livingstone.
- Bulfon, C., Volpatti, D., Galeotti, M. 2014. In vitro antibacterial activity of plant ethanolic extracts against fish pathogens. Journal of the World Aquaculture Society, 45: 545-557

- Cai, Z.M., Peng, J.Q., Chen, Y., Tao, L., Zhang, Y.Y., Fu, L.Y., Long, Q.D., Shen, X.C. 2021.1,8-Sineol: Kaynak, biyolojik aktiviteler ve uygulamaya ilişkin bir inceleme. J. Asian Nat. Prod. Res., 23 (10): 938 – 954.
- Chalchat, J.C., Kundakovic, T., Gorunovic, M.S. 2001. Essential oil from the leaves of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Myrtaceae from Jerusalem. J Essential Oil Res. 13(2):105-107.
- Charles, D.J., 2013. Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources. Springer New York Heidelberg Dordrecht London.
- Chen, S.C., Liaw, L.L., Su, H.Y., Ko, S.C., Wu, C.Y., Chaung, H.C., Chu, S.Y. 2002. *Lactococcus garvieae*, a cause of disease in grey mullet, *Mugil cephalus* L.; in Taiwan. Journal of Fish Diseases, 25(12): 727-732.
- Chuku, A., Ogbonna, A.I., Obande, G.A., Namang, M., Ahmad I.R. 2016. Antimicrobial effects of leaves of *Eucalyptus camaldulensis* on some microbial pathogens. Eur. J. Med. Plants, 14 (2): 1-8.
- Cihangir, E., Diler, İ. 2016. Yavru ve Juvenil Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, L.) Yemlerine Farklı Oranlarda İlave Edilen Kekik (*Origanum vulgare*, L.) Uçucu Yağının Büyüme Performansı ve Yemden Yararlanma Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 12(2): 86-96.
- Coppen, J.J.W. 2002. Okaliptüs, Okaliptüs Cinsi . Londra: Taylor ve Francis.
- Çağırğan, H., Tanrikul, T.T. 1997. A *Lactococcus* in a trout farm. Mediterranean Fisheries Congress, İzmir, 40.

- de Oliveira, J.R., Camargo, S.E., de Oliveira, L.D. 2019. Rosmarinus officinalis L. (rosemary) as therapeutic and prophylactic agent. Journal of Biomedical Science, 26(5): 1–22.
- Dethier, M., Nduwimana, A., Cordier, Y., Menut, C., Lamaty, G. 1994. Aromatic plants of tropical central Africa. XVI. Studies on essential oils of five Eucalyptus species grown in Burundi J Essential Oil Res. 6:469-473.
- Dhakad, A.K., Pandey, V.V., Beg, S., Rawat, J.M., Singh, A. 2018. Biological, medicinal and toxicological significance of *Eucalyptus* leaf essential oil: a review J. Sci. Food Agric., 98 (3): 833 – 848.
- Didinen, B. I., Kubilay, A., Diler, O., Ekici, S., Onuk, E. E., & Findik, A., 2011. First isolation of *Vagococcus salmoninarum* from cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) broodstocks in Turkey. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 31(6): 235-245.
- Duke, J. A., 2000. Handbook of Medicinal Herbs, 2nd edition. CRC Press, Boca Raton. Florida.
- Farhanghi, A., Aliakbarlu, J., Tajik, H., Mortazavi, N., Manafi, L., Jalilzadeh-Amin, G. 2022. Pulegone ve 1,8-sineolün monolaurin ornisin ile *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel etkileşimleri. Gıda Bilimi Nutr., 10 (8): 2659 – 2666.
- Fazeli-Nasab, B., Valizadeh, M., Hassanzadeh., M.A., Beigomi, M., 2021. Evaluation of the antimicrobial activity of olive and rosemaryleave extracts prepared with different solvents against antibiotic-resistant *Escherichia coli*. Int J Infect. 8(3):e114498.
- Fu, Y., Zu, Y., Chen, L., Shi, X., Wang, Z., Sun, S., Efferth, T. 2007. Antimicrobial activity of clove and rosemary

- essential oils alone and in combination. *Phytotherapy Research*, 21: 989-994.
- Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M. B., Taghizadeh, M., Astaneh, S. A., Rasooli, I. 2007. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chemistry*, 102:898-904.
- Ghaffar, M., Yameen, S., Kiran, S., Kamal, F., Jalal, B., Munir, S., Saleem, N., Rafiq, A., Ahmad, I., Saba, A. 2015. Chemical composition and in vitro evaluation of the antimicrobial and antioxidant activities of essential oils extracted from seven *Eucalyptus* species *Molecules*, 20: 20487-20498.
- Ghisalberti, E.L. 1996. Bioactive acylphloroglucinol derivatives from *Eucalyptus* species. *Phytochemistry*, (41):7-22.
- Hussain, A.I., Anwar, F., Chatha, S. A., Jabbar, A., Mahboob, S., Nigam, P.S. 2010. *Rosmarinus officinalis* essential oil: Antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. *Braz. J. Microbiol.*, 41: 1070–1078.
- Jardak, M., Elloumi-Mseddi, J., Aifa, S., & Mnif, S., 2017. Chemical composition, anti-biofilm activity and potential cytotoxic effect on cancer cells of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil from Tunisia. *Lipids Health Dis.*,16: 190-197.
- Jayanthi, G., Subramanian, S. 2014. Rosmarinic acid, a polyphenol, ameliorates hyperglycemia by regulating the key enzymes of carbohydrate metabolism in high fat diet—STZ induced experimental diabetes mellitus. *Biomed Prev. Nutr.*, 4: 431-437.
- Juergens, U.R., Engelen, T., Racké, K., Stöbe, M. 2004. Kùltùrlù insan lenfositleri ve monositlerinde sitokin üretimi

- üzerinde 1,8-sineolün (okaliptol) inhibe edici aktivitesi. Pulm. Eczane. Orada. , 17(5): 281 – 287.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Tutar, M., & Ayas, F. 2015. Türkiye defne (*Laurus nobilis*L.) populasyonlarının uçucu yağ bileşenleri. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(1): 1-16.
- Kovatcheva A.G., Koleva I.I., Ilieva M., Pavlov A., Mincheva M. & Konushlieva M. 2001. Antioxidant activity of extract from *Lavandula vera* MM cultures. Food Chem. 72: 295–300.
- Kumar, B., Vijayakumar, M., Govindarajan, R., Pushpangadan, P. 2007. Yara iyileşmesine etnofarmakolojik yaklaşımlar-Hindistan'ın tıbbi bitkilerini keşfetmek. J Ethnopharmacol., 114: 103–113.
- Küçükgül, A., Gönenc, R., Özsoy, S. Y., Kutlu, B., & Isgör, M. M., 2019. Investigation of the anti-apoptotic activity of ozone therapy in rainbow trout macrophages infected with *Yersinia ruckeri*. Aquaculture International, 27(3): 771-783.
- Lo Presti, M., Ragusa, S., Trozzi, A., Dugo, P., Visinoni, F., Fazio, A., Mondello, L. 2005. A comparison between different techniques for the isolation of rosemary essential oil. J. Sep. Sci., 28: 273–280.
- Metin, S., Didinen, B. I., Mercimek, E., & Ersoy, A. T., 2017. Antibacterial Activity of Some Essential Plant Oils Againsts Some Bacterial Fish Pathogens. Aquaculture Studies, 17(1): 059-069.
- Mustafa, S.B., Akram, M., Muhammad Asif, H., Qayyum, I., Hashmi, A.M., Munir, N. 2019. Antihyperglycemic activity of hydroalcoholic extracts of selective medicinal plants *Curcuma longa*, *Lavandula stoechas*, *Aegle*

- marmelos, and Glycyrrhiza glabra and their polyherbal preparation in alloxan-induced diabetic mice. Dose Response, 17(2):155-256.
- Öztürk, B., Konyalıoğlu, S., Kantarcı, G., Çetinkol, D., 2005, İzmir yöresindeki yabani Lavandulastoechas L. subsp. Stoechas taksonundan elde edilen uçucu yağın bileşimi, antibakteriyel, antifungal ve antioksidan kapasitesi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15(1): 65-72.
- Pandit, V.A., Shelef, L.A. 1994. Sensitivity of Listeria monocytogenes to rosemary (Rosmarinus officinalis L.). Food Microbiol, 11: 57-63.
- Peng, Y., Yuan, J., Liu, F., Ye, J., 2005. Determination of active components in rosemary by capillary electrophoresis with electrochemical detection. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 39(3-4): 431- 437.
- Rasooli, I., Shayegh, S., Taghizadeh, M., & Astaneh, S. D., 2008. Rosemarinus officinalis and Thymus eriocalyx essential oils combat in vitro and in vivo dental. Pharmacognosy Magazine, 4(14): 65–72.
- Ross, A., Rucker , R., & Ewing, W. 1966. Description of a bacterium associated with redmouth disease of rainbow trout (Salmo gairdneri). Can J. Microbiol., 12: 763–770.
- Sadeghzadeh, J., Vakili, A., Bandegi, A.R., Sameni, H.R., Darabian, M. 2017. Lavandula reduces heart injury via attenuating tumor necrosis factor-alpha and oxidative stress in a rat model of infarct-like myocardial injury. Cell Journal (Yakhteh), 19(1):84.
- Sangun, M.K., Aydın, E., Timur, M., Karadeniz, H., & Çalışkan, M. (2007). Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis*L. leaves and fruits from

different regions of Hatay. *Journal of Environmental Biology*, 28(4): 731-733.

Santomauro, F., Sacco, C., Donato, R., Bellumori, M., Innocenti, M., & Mulinacci, N., 2018. The antimicrobial effects of three phenolic extracts from *Rosmarinus officinalis* L., *Vitis vinifera* L. and *Polygonum cuspidatum* L. on food pathogens. *Nat Prod Res.*,32(22): 2639–2645.

Sasikumar, B. 2004. Rosemary in Handbook of herbs and spices. Edited by K.V. Peter, Vol 2, CRC Press Boca Raton. Boston New York Washington, DC.

Sedighi, R., Zhao, Y., Yerke, A., & Sang, S., 2015. Preventive and protective properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in obesity and diabetes mellitus of metabolic disorders: a brief review. *Curr. Opin. Food. Sci.*, 2:58-70.

Shahverdi, A., 2004. Enhancement of antimicrobial activity of furazolidone and nitrofurantoin against clinical isolates of Enterobacteriaceae by piperitone. *International Journal of Aromatherapy*, 4(2): 77–80.

Sienkiewicz, M., Lysakowska, M., Pastuszka, M., Bienias, W., & Kowalczyk, E., 2013. The potential of use Basil and Rosemary essential oils as effective antibacterial agents. *Molecules*, 18: 9334–9351.

Snuossi, M., Trabelsi, N., Ben Taleb, S., Dehmeni, A., Flamini, G., & De Feo, V. (2016). *Laurus nobilis*, *Zingiber officinale* and *Anethum graveolens* essential oils: composition, antioxidant and antibacterial activities against bacteria isolated from fish and shellfish. *Molecules*, 21: 1-20.

Sreedharan, K., Philip, R., Singh, I.S.B. 2013. Characterization and virulence potential of phenotypically diverse

- Aeromonas veronii* isolates recovered from moribund freshwater ornamental fishes of Kerala, India. *Antonie van Leeuwenhoek*, 103:53–67.
- Tayarani-Najaran, Z., Amiri, A., Karimi, G., Emami, S.A., Asili, J., Mousavi, S.H. 2014. Comparative studies of cytotoxic and apoptotic properties of different extracts and the essential oil of *Lavandula angustifolia* on malignant and normal cells. *Nutr Cancer*, 66(3):424-34.
- Tisserand, R. 1992. Success with stress. *International Journal of Aromatherapy*, 4: 14–16.
- Tural, S., Durmaz, Y., Urçar, E., & Turhan, S., 2019. Antibacterial Activity of Thyme, Laurel, Rosemary and Parsley Essential Oils Against Some Bacterial Fish Pathogen. *Act. Aqua. Tr.*, 15(4): 439-446.
- TÜİK (2023, 08 04). Su Ürünleri İstatistikleri: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> adresinden alındı
- Vegara, S., Funes, L., Martí, N., Saura, D., Micol, V., & Valero, M., 2011. Bactericidal activities against pathogenic bacteria by selected constituents of plant extracts in carrot broth. *Food Chem.*, 128: 872–877.
- Wells, R., Truong, F., Adal, A.M., Sarker, L.S., Mahmoud, S.S. 2018. *Lavandula* essential oils: A current review of applications in medicinal, food, and cosmetic industries of lavender. *Natural Product Communications*, 13(10):1934578X1801301038.
- Zeng, HH., Tu, PF., Zhou, K., Wang, H., Wang, BH., & Lu, J. F., 2001. Antioxidant properties of phenolic diterpenes from *Rosmarinus officinalis*. *Acta Pharmacol Sin*, 22:1094-1098.

Zuzarte, M., Gonçalves, M., Cavaleiro, C., Cruz, M., Benzarti, A., Marongiu, B. 2013. Antifungal and anti-inflammatory potential of Lavandula stoechas and Thymus herbarona essential oils. Industrial Crops and Products, 44:97-103.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Kamil ATSATAN¹

1. GİRİŞ

İklim değışikliğı, su ürünleri yetiştiriciliğı ve genel tarımsal üretim üzerinde önemli etkilere sahiptir. Kurak veya yarı kurak çöl bölgelerinde insanların geçimi, su teminine bağılıdır. Bu durum, özellikle kuru tarım yapan çiftçiler için geçerlidir. Genellikle bu çiftçiler, yağış mevsiminin başında arpa, buğday veya diğer temel tahılların tohumlarını ekerler. Eğer yağış yeterli (200-400 mm'den fazla) olursa, tahıllar yağış mevsiminin sonunda hasat edilir ve sonraki aylarda yiyecek olarak kullanmak üzere depolanır. Tarım yapılamayan alanlarda yetişen bitki artıkları ve otlar, inek ve koyunları beslemek için yem olarak kullanılır, bu da çiftçiye önemli hayvansal protein kaynakları olan et ve süt ürünleri sağlar. Ancak, tarım ürünlerinin ve otlakların büyümesi için gerekli olan asgari yağışın sağlanmadığı yıllarda, verim düşer ve çiftçi geçim ihtiyaçlarını karşılayamaz. Bu, özellikle ardışık kuraklık yıllarında geçerlidir.

Su ürünleri yetiştiriciliğı de benzer şekilde iklim değışikliğinden etkilenmektedir. Artan sıcaklıklar, su seviyelerinin azalması, suyun kimyasal yapısındaki değışimler ve aşırı hava olayları, balıkçılık ve akuakültür faaliyetlerini tehdit eden başlıca faktörlerdir. Özellikle su sıcaklığındaki artış, balıkların büyüme hızını ve üreme döngülerini etkileyebilir. Örneğin, tatlı su balıkları belirli sıcaklık aralıklarında optimal

¹ Arş. Gör. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
kamilatsatan@isparta.edu.tr, ORCID:0000-0001-8692-7234.

büyüme gösterirken, aşırı sıcaklık artışı stres yaratır ve hastalıklara karşı dirençlerini azaltır. Ayrıca, deniz seviyesindeki değişimler, tuzluluk oranlarının artması ve okyanus asitlenmesi gibi faktörler, deniz balıkları ve kabuklu su canlılarının yaşam koşullarını olumsuz etkileyebilir.

Küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olarak, kurak yılların üst üste yaşanması daha yaygın hale gelmiş ve bu da kritik jeopolitik gelişmelere yol açmıştır. New York Times yazarı Thomas Friedman, kuraklığın siyasi istikrarsızlığa ve Suriye'deki iç savaşları dolaylı yolla etkilediğini bildirmiştir (Friedman 2013, 2017). Suriye'nin ekonomisi büyük ölçüde tarıma, özellikle kuru tarıma dayanmaktadır. 2005'ten itibaren kurak yılların üst üste yaşandığı dönemde, çiftçiler geçim kaynaklarını kaybetmiş, ailelerini besleyemez hale gelmiş ve yardım aramak zorunda kalmışlardır. Çiftçiler ve ailelerinin köylerinden şehirlere doğru büyük bir göç hareketi yaşanmıştır. Yaklaşık bir milyon mülteci, yiyecek, iş ve barınak arayarak Şam'a gitmiştir. Daha fazla sayıda insan, diğer şehirlere ve kasabalara kaçmıştır. Temel yaşam desteği arayan mültecilerin varlığı, bunu resmi ya da gayri resmi yollarla sağlamaya çalışmaları, sosyal düzenin çökmesine, siyasi bir karışıklığa yol açmış ve nihayetinde Suriye iç savaşına ve 500.000'den fazla insanın ölümüne, ülkenin altyapısının yok olmasına neden olmuştur.

Bu süreçte, su kıtlığı ve kuraklık yalnızca tarımsal üretimi değil, su ürünleri yetiştiriciliğini de ciddi şekilde etkilemiştir. Suriye ve çevresindeki su kaynakları üzerindeki baskının artması, balıkçılık ve akuakültür faaliyetlerini sınırlamış, iç suların çekilmesi ve artan sıcaklık nedeniyle tatlı su balıkçılığı önemli ölçüde zarar görmüştür. Özellikle Fırat ve Dicle gibi su kaynaklarının debisindeki azalma, bölgedeki balık türlerinin yaşam alanlarını daraltmış, oksijen seviyelerinin düşmesine ve su kalitesinin bozulmasına yol açmıştır.

Ayrıca, iklim değişikliğine bağlı olarak suyun kimyasal bileşimindeki değişimler ve artan sıcaklık, balık hastalıklarının yayılmasına neden olmuş, yerel balık türlerinin popülasyonlarını tehdit etmiştir. Balıkçılık ve akuakültür sektörünün çökmesi, bölgedeki gıda güvenliğini daha da zora sokarak sosyal ve ekonomik istikrarsızlığı artırmıştır. Gıda üretimindeki bu düşüş, yalnızca yerel halkın geçimini değil, aynı zamanda bölgesel tedarik zincirlerini de sekteye uğratmış ve su kaynakları üzerindeki çatışmaları şiddetlendirmiştir.

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki baskısı sadece tarımsal üretimi değil, su ürünleri yetiştiriciliğini de ciddi şekilde etkileyerek bölgesel ve küresel ölçekte ekonomik, ekolojik ve siyasi krizlere yol açmaktadır. Bu tür krizleri önlemek ve adaptasyonu sağlamak için sürdürülebilir su yönetimi politikaları, iklim dirençli akuakültür sistemleri ve yenilikçi su tasarrufu stratejileri geliştirilmelidir.

Benzer gelişmeler, şu anda diğer ülkelerde de yaşanmakta veya yakın gelecekte yaşanması beklenmektedir. 80 milyonun üzerinde nüfusa sahip, çoğunluğu çiftçi olan İran, benzer bir durumdadır. Yağışlar, ihtiyaç duyulan yüzey suyu teminini sağlamamaktadır ve yer altı suyu aşırı kullanılarak su yataklarının seviyelerinin düşmesine yol açmaktadır. Tahran yakınlarındaki bölgelerde, yer altı suyu çekilmesi, büyük toprak çökmelerine sebep olmuştur. Benzer şekilde, Ürdün Krallığı'nda da su kaynakları üzerindeki baskı artmıştır. Irak'a su temini, özellikle Türkiye'deki büyük Atatürk Barajı ve diğer barajların inşası nedeniyle tehdit altındadır. Bu durum, Türkiye'nin de çölleşme ile mücadele etmesi nedeniyle Fırat ve Dicle Nehirleri'ndeki su akışını etkileyerek bölgesel su krizine yol açmaktadır.

Nil Nehri havzasında, yaklaşık 430 milyon nüfusa sahip ülkelerde su sıkıntısı ciddi bir sorun haline gelmiştir. Nil Nehri, Sudan ve Mısır için başlıca ve neredeyse tek su kaynağıdır.

Ancak, nüfus artışı, Nil Nehri havzasının üst kısımlarındaki ülkelerin su talepleri ve küresel iklim değişikliği nedeniyle koşullar değişmiştir. Etiyopya’da inşa edilen Grand Ethiopian Renaissance Barajı, yaklaşık 70 km³ su tutacaktır ve barajın doldurulması süreci, milyonlarca Mısırlı çiftçi ve ailesinin geçim kaynaklarını riske atarak tarımsal üretimi tehdit etmektedir.

Bu süreçte, su ürünleri yetiştiriciliği de ciddi şekilde etkilenmektedir. Su seviyelerinin azalması, akarsulardaki su akışının düşmesi ve artan sıcaklık nedeniyle, tatlı su balıkçılığı büyük bir tehdit altındadır. Sıcaklık artışı, sucul ekosistemlerde biyolojik süreçleri değiştirerek birçok balık türünün üreme ve büyüme döngüsünü olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, suyun kalitesinde meydana gelen bozulmalar, özellikle oksijen seviyelerinin düşmesi ve toksik alg patlamalarının artması gibi sorunlara yol açarak balık yetiştiriciliğini daha da zorlaştırmaktadır.

Küresel iklim değişikliği, dünyanın zaten kurak ve yarı kurak bölgelerinde daha fazla kuraklık dönemi yaşanmasına yol açma tehdidi taşımakta ve bu bölgelerde yaşayan yüz milyonlarca insanın refahını ve geçim kaynaklarını tehdit etmektedir. Su kıtlığı, su ürünleri yetiştiriciliği için de büyük bir engel oluşturduğundan, adaptasyon stratejileri geliştirilmelidir. Su çıkarımını artırmak ve su kullanım verimliliğini yükseltmek için tüm mümkün olan yöntemleri kullanarak su yetersizliği tehlikelerini en aza indirmek mümkündür. Bu bağlamda, verimli sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması, atık suyun geri dönüştürülmesi, sel sularının toplanması ve düşük maliyetli deniz suyu arıtma teknolojilerinin geliştirilmesi gibi çözümler büyük önem taşımaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinin doğru şekilde geliştirilmesi, bu yöndeki önemli faaliyetlerden biridir. Alternatif su kaynaklarının kullanımı, kapalı devre sistemlerin

yaygınlaştırılması ve suyun geri dönüştürülmesine yönelik yeni teknolojilerin uygulanması, su ürünleri sektörünün sürdürülebilirliğini artırabilir. Ayrıca, iklim değişikliğine dayanıklı balık türlerinin yetiştirilmesi ve su yönetim stratejilerinin geliştirilmesi, su ürünleri yetiştiriciliğinin iklim değişikliğine uyum sağlamasında kritik bir rol oynayacaktır.

Nil Nehri havzasındaki, yaklaşık 430 milyon nüfusa sahip ülkelerde su krizi giderek daha karmaşık ve tehlikeli bir hale gelmektedir. Nil Nehri, Sudan ve Mısır için başlıca ve neredeyse tek su kaynağıdır. Ancak, nüfus artışı, Nil Nehri havzasının üst kısımlarındaki ülkelerin su talepleri ve küresel iklim değişikliği nedeniyle su kaynakları üzerindeki baskı artmaktadır. Bölgede birçok baraj inşa edilmiştir ve bunlardan en önemlilerinden biri Grand Ethiopian Renaissance Barajı'dır. Yaklaşık 70 km³ su tutma kapasitesine sahip bu barajın doldurulması, Mısır'daki milyonlarca çiftçinin tarımsal üretimini ve geçim kaynaklarını doğrudan etkileyecek, aynı zamanda bölgedeki tatlı su ekosistemlerini ve su ürünleri yetiştiriciliğini tehdit edecektir.

Küresel iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak bölgelerde daha fazla kuraklık yaşanmasına neden olarak su kaynaklarını, tarımsal üretimi ve su ürünleri yetiştiriciliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Su kaynaklarının azalması, yalnızca tarımsal sulamayı değil, tatlı su balıkçılığını ve akuakültür faaliyetlerini de olumsuz etkilemektedir. Su seviyelerinin düşmesi ve sıcaklık artışı, birçok tatlı su balığının yaşam döngüsünü bozarak üretimi azaltmakta ve su ürünleri sektörünü sürdürülemez hale getirmektedir.

Bu durumla başa çıkabilmek için su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Verimli sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması, atık suyun arıtılarak yeniden kullanılması, ani sel sularının toplanması ve düşük maliyetli deniz suyu arıtma teknolojilerinin geliştirilmesi gibi çözümler, su

kıtlığının etkilerini azaltmada kritik rol oynamaktadır. Ayrıca, iklim değişikliğine dayanıklı balık türlerinin yetiştirilmesi ve kapalı devre akuakültür sistemlerinin kullanımı, su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini artırabilir.

Kurak bölgelerde yaşayan nüfuslar için geleneksel hayvancılık önemli bir protein kaynağıdır. Ancak, otlakların kuruması ve su kaynaklarının azalması, büyük ölçekli hayvan kayıplarına ve et ile süt üretiminin düşmesine yol açmaktadır. Bu tür olumsuz koşullar, büyük ölçekli sığır ölümlerine (Şekil 1-Şekil 2) ve yerel halk için ciddi bir hayvansal protein eksikliğine yol açar. Bu nedenle, iklim değişikliğine karşı dayanıklı ve düşük su tüketimi gerektiren alternatif protein kaynaklarının, özellikle su ürünleri yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi gerekmektedir. Tatlı su ve deniz balıkçılığının sürdürülebilir şekilde geliştirilmesi, hem gıda güvenliğini artırmak hem de kurak bölgelerde yaşayan toplumlara besin açısından zengin ve ulaşılabilir bir protein kaynağı sağlamak için stratejik bir çözüm sunmaktadır.



Şekil 1. Şiddetli kuraklığın, hayvancılık üzerindeki etkisi



Şekil 2. Şiddetli kuraklığın sucul ekosistem üzerindeki etkisi

Su ürünleri yetiştiriciliği kurak bölgelerde hayvansal protein sağlama potansiyeline sahiptir. Göletlerde balık yetiştiriciliği, üretim için büyük miktarda suya ihtiyaç duyuyormuş gibi görünse de, bu su çoğunlukla buharlaşma, sızma veya drenaj yoluyla kayıplardan kaynaklanır. Ortalama olarak, göletlerden buharlaşma ve sızma su kayıpları yılda yaklaşık 3.5 m'dir (Verdegem vd., 2006). Çöllerde, göletlerden yıllık potansiyel buharlaşma 2-3 m/yıl'a kadar çıkabilir. Yıllık balık üretimi yaklaşık 1 t/ha olan, birçok geniş gölette yaygın olan durumda, su tüketimi 35 m³/kg balık olup, bu miktar da kurak koşullarda sağlanamaz; ancak daha yoğun bir üretim ile su tüketimi büyük ölçüde azaltılabilir (Tablo 1).

Tablo 1. Üretim yoğunluğuna bağlı olarak, üretilen her kg balık başına tahmin edilen gölet su kayıpları (buharlaşma + sızma)

Üretim Oranı (t/ha*yıl)	1	10	100	1000
Su Kaybı (L/kg)	35,000	3,500	350	35

Yaklaşık 1 t/ha-yıl üretim düzeyi oldukça yaygındır, ancak 100-1000 t/ha-yıl üretim düzeyine biofloc göletleri veya geri dönüşümlü sistemlerde ulaşılabilir. 1 kg balık elde etmek için 100 L'den daha az, belki de düşük kaliteli su kullanmak (0.1 m³/kg), kurak koşullarda bile mümkündür. Yoğunlaştırılmış

üretim, üretimin sınırlı ve belki de sıfır su değişimi sistemlerinde yapılması durumunda su tasarrufuna yol açar. Örnekler arasında biyoflok teknolojisi (BFT; Avnimelech 2015), geri dönüşümlü su ürünleri yetiştiriciliği sistemleri (RAS; Timmons ve Ebeling 2007) veya aquaponik (Rakocy vd., 2016; Kotzen vd., 2019) bulunmaktadır. Aquaponik ile, balık tankından gelen besin yüklü su, bir hidroponik bitki alanının kök bölgesinde geri dönüştürülür; burada bitki besinleri alır ve ortam tarafından filtre edilir. Arıtılmış su üretim tankına geri döner. Bu yoğun sistemlerin her birinin faydaları ve maliyetleri vardır ve farklı ülkelerdeki koşullara uyarlanabilir.

Dolaylı su tüketiminin yanı sıra, yem, toplam giderlerin önemli bir kısmını oluşturur ve çoğu durumda, giderlerin bu kısmı, değişken koşullar altında hayvan yetiştirmenin uygulanabilirliğini belirleyen ana faktördür. Üretim maliyeti, özellikle kurak bölgelerde su ürünleri yetiştiriciliği için kritik öneme sahiptir. Yem Dönüşüm Oranı (FCR), balık üretiminde yem miktarını tanımlayan terimdir. Suda yaşayan canlılar, yerçekimine karşı koymak için enerji harcamak yerine suyun içinde yüzdüklerinden, vücut sıcaklıklarını çevresel sıcaklıktan farklı tutmak için enerji harcamazlar dolayısıyla su dışında yaşayan canlılardan daha az enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden, su ürünleri yetiştiriciliğinde FCR genellikle karasal çiftlik hayvanlarınınkinden daha düşüktür (Fry vd., 2017). Ayrıca, gölet sistemi bazı durumlarda, gölette üretilen atık ürünler ya da evsel atıklar gibi dışsal atık materyallerden doğal yem üretmek için kullanılabilir. Mikrobiyal biyokütleleri (bioflok) ve zooplanktonları (copepodlar ve diğerleri) üretmek için metabolize edilebilir böylelikle balıklara verilen yemin bir kısmını sağlayarak üretilen yem ihtiyacını azaltabilir.

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünyanın en hızlı büyüyen gıda üretim sektörüdür ve küresel balık üretiminin %50'sinden fazlasını oluşturmaktadır (FAO 2017; FAO 2018) ve yaşadığımız

yüzyılın artan gıda taleplerini karşılamak için bir çözüm olarak düşünülmektedir (Bene vd., 2015; Bene vd., 2016). Şu anda dünya genelinde yaklaşık 424 su canlısı türü yetiştirilmektedir, bu da milyonlarca insana beslenme, gıda güvenliği ve geçim kaynağı sağlamakta ve yoksulluğu hafifletmektedir (Pauly ve Zeller, 2017; Barange vd., 2018; FAO 2018; FAO 2019). Küresel Su Ürünleri Yetiştiriciliği Birliği'ne göre, 2030 yılına kadar gıda balığının %62'si su ürünleri yetiştiriciliğinden sağlanacaktır (GAA, 2019). Dünya su ürünleri üretiminin çoğu, güneydeki küçük ölçekli üreticilerden gelmektedir ve ilk beş üretici Çin, Hindistan, Endonezya, Vietnam ve Bangladeş'tir. Bu beş ülke, 2016 yılında dünya üretiminin %82.2'sini karşılamıştır (FAO 2016; FAO 2018). Bu açıdan bakıldığında, su ürünleri yetiştiriciliği önemli bir ilgi görmektedir, buna yakın zamanda yayımlanan IPCC 1.5°C raporu (IPCC vd., 2018) ve IPCC kara raporu (IPCC vd., 2019) da dahildir. Bu raporlar, su ürünleri yetiştiriciliğini küresel gıda güvenliği ve uyum politikalarının yükseltilmesi konusunda dikkat edilmesi gereken önemli sektörlerden biri olarak tanımlamaktadır.

İklim değişikliğinin etkileri, su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinin karmaşıklığını ve belirsizliğini artırır ve bu da çeşitli olumsuz koşullara (örneğin hastalıklar; FAO 2015; Seggel ve De Young, 2016; Galappaththi vd., 2019) yol açabilir. İklim değişikliğine uyum konusundaki araştırmalarda, bazı su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinin değişen koşullara daha iyi uyum sağladığı belgelenmiştir (Adger vd., 2009; De Silva ve Davy 2010; Berrang-Ford vd., 2011; Rodima-Taylor vd., 2012). Ancak, su ürünleri yetiştiriciliği alanında hangi uyumların gerçekleştiği/gerekli olduğu/uygulanabilir olduğu konusunda sınırlı bir ilerleme kaydedilmiştir (Berkes vd., 2000; Berkes vd., 2008). Hızlı değişim geçiren su ürünleri yetiştiriciliği sistemleri, diğer geniş çapta incelenen kaynak sistemlerine benzer şekilde, iklim uyum araştırmalarında daha hızlı ve kapsamlı bir şekilde

uyum sağlamak için yenilikçi bir şekilde yanıt verebilmelidir (Scheffran vd., 2012; Kabisch vd., 2016; Siders, 2019). İklim değişikliğine uyum alanında artan miktarda araştırma olsa da (Berrang-Ford vd., 2011; Berrang-Ford vd., 2015; Sherman vd., 2016; Biesbroek vd., 2018; Siders, 2019), su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisine özgü uyumları değerlendiren ve karakterize eden sınırlı araştırmalar bulunmaktadır (De Silva ve Soto 2009; Barange vd., 2018; Dabbadie vd., 2019; Soto vd., 2018). Kaynaklar incelendiğinde, su ürünleri yetiştiriciliği ve iklim değişikliği uyumu alanında küresel sistematik bir literatür taraması mevcut değildir. Bu bağlamda, küresel su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinin incelenmesi, bu sistemlerin stres faktörlerine nasıl tepki verdiğini ve bu sistemlerin iklim değişikliği etkilerine nasıl uyum sağladığını anlamayı ilerletmek için gereklidir.

Su ürünleri yetiştiriciliği alanındaki iklim değişikliği konusu geride kalmış ancak büyüyen bir araştırma alanıdır. Dolayısıyla bu büyük boşluğun dolması gerekmektedir. Galappaththi vd. (2020) yaptıkları çalışmada küresel su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili üç temel soruya yanıt aramışlardır;

1. Su ürünleri yetiştiriciliği neye uyum sağlıyor?
2. Su ürünleri yetiştiriciliği nasıl uyum sağlıyor?
3. Hangi araştırma boşluklarının ele alınması gerekiyor?

Bunlara ek olarak su ürünleri yetiştiriciliği ve iklim değişikliği uyumu alanına yenilikçi bakış açıları kazandırabilir mi? Örneğin: Su ürünleri yetiştiriciliği iklim değişikliğinden nasıl etkileniyor? Su ürünleri yetiştiriciliğinde iklim uyumunu incelemek için hangi kavramsal yaklaşımlar kullanılıyor? Şimdiye kadar iklim uyumu açısından en çok hangi su ürünleri yetiştiriciliği türleri incelenmiştir? Uyum tepkileri ve stratejileri nelerdir? Su ürünleri yetiştiriciliğinde iklim değişikliğine uyum sağlamak için yaygın olarak kullanılan yönetim yaklaşımları

nelerdir? Su ürünleri yetiştiriciliği çalışmaları, iklim uyumuna yönelik hangi politika katkılarını sunmaktadır?

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNE OLAN ÇOK BOYUTLU ETKİLERİ

İklim değişikliği, küresel ölçekte çevresel, sosyal ve ekonomik sistemler üzerinde derinlemesine etkiler yaratmaktadır. Bu etkiler, özellikle su ürünleri yetiştiriciliği sektörü için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği, çevresel koşullara son derece duyarlı bir sektör olup, iklim değişikliğinin yaratacağı değişimler bu sektörün sürdürülebilirliğini zorlaştırabilir. İklim değişikliğinin etkileri, hem olumsuz hem de potansiyel olarak olumlu sonuçlar doğurabilir. Bununla birlikte, bu etkilerin büyüklüğü ve yönü, yerel ekosistem koşulları, su ürünleri türleri ve yetiştirme yöntemlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerine zarar veren iklim olayları arasında %25’lik oran ile sel/dönemsel kuraklıklar ve kasırgalar bulunmaktadır (Hossain vd., 2018; Limuwa vd., 2018; Lebel vd., 2018). Bunu %18 ile genel iklim etkileri (van Putten vd., 2014; Rodríguez-Rodríguez ve Ramudo 2017; Tran vd., 2017), %16 ile geçim kaynakları, peyzaj ve tedarik zincirleri gibi su ürünleri yetiştiriciliğiyle ilişkili sistemlerdeki değişiklikler (Paprocki ve Cons 2014; Orchard vd., 2015; Orchard vd., 2016) takip etmektedir. Bu konu ile ilgili yapılan araştırmaların %64’ü birden fazla doğa olayının kombinasyon şeklinde su ürünleri yetiştiriciliğini kısıtladığını ortaya koymuştur. Örneğin, güneybatı Bangladeş’teki birden fazla iklim değişikliğinin etkisi ile (sel, kuraklıklar, deniz seviyesi yükselmesi ve deniz yüzeyi sıcaklık değişiklikleri), karides–balık–pirinç ekosistemlerinde birleşik bir şekilde değişikliklere yol açmış ve su ürünleri üretimiyle ilişkilendirilen sosyal,

ekonomik ve ekolojik değişimlere neden olmuştur (Ahmed vd., 2014). Ayrıca, Vietnam'ın kıyı bölgelerinde tropikal fırtınalar, taşkınlar, seller ve kıyı erozyonu gibi etkilerle karides yetiştiriciliğini olumsuz etkilemiştir (Nguyen vd., 2017).

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BALIKLAR ÜZERİNE ETKİSİ

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak su sıcaklıklarındaki artış, balık popülasyonlarını olumsuz etkilemektedir (Graham ve Harrod, 2009). Gelecekteki iklim değişikliğinin daha keskin olması, doğrudan ve dolaylı olarak göçmen balık türlerini önemli ölçüde etkileyebilir (Robinson vd., 2009). Örneğin, gelişim sırasında su sıcaklıklarındaki artış, anadrom balık türlerinde, göç zamanlamasını değiştirebilir, bu da bireylerin deniz ortamındaki optimal beslenme koşullarını kaçırmalarına yol açabilir (Taylor, 2008). İklim değişikliğinin göçmen balıklara etkileri hakkında çoğunlukla ekonomik açıdan önemli olan anadrom türler (örneğin Pasifik somonu ve Atlantik somonu) üzerine olduğu dikkati çekmiştir (Jonsson ve Jonsson, 2009; Martins vd., 2012), ancak ekonomik olarak daha az önemli olan ancak sucul biyolojik çeşitliliğe büyük katkı sağlayan anadrom ve yarı anadrom türlerine etkileri hakkında çok fazla bilgi bulunmaktadır. İklim değişikliğinin su sıcaklıkları üzerindeki etkileri, özellikle sıcaklık artışlarının sucul ekosistemlerdeki türlerin yaşam döngüleriyle nasıl etkileşime girdiğini anlamak açısından kritik öneme sahiptir. Anadrom ve yarı anadrom türler, tatlı su ile deniz arasında göç ederek beslenme, üreme ve gelişim için hem tatlı su hem de deniz ortamlarından yararlanırlar. Bu türler, çevresel değişikliklere karşı özellikle hassastır, çünkü hem tatlı su hem de deniz ortamlarında sıcaklık değişimleri, bu türlerin besin kaynaklarına erişimini, üreme dönemlerini ve göç yollarını doğrudan etkileyebilir. Su sıcaklıklarındaki değişiklikler, bu balık

türlerinin üreme başarılarını, yavru gelişimlerini ve hatta hayatta kalma oranlarını etkileyebilir. Örneğin, su sıcaklıklarının artması, yavruların gelişim sürecini hızlandırarak, onları deniz ortamındaki daha az verimli beslenme alanlarına yönlendirebilir, bu da büyüme oranlarını olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, sıcaklık artışı, göç rotalarını da değiştirebilir. Bazı göçmen türler, sıcaklık değişimlerine bağlı olarak, alıştıkları göç yollarından sapabilir ve bu durum onların beslenme ve üreme süreçlerini zorlaştırabilir. Bunun yanı sıra, sıcaklık artışı, deniz ekosistemlerinde oksijen seviyelerini düşürebilir ve bu da balıkların sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir. Gelecekteki araştırmaların, bu türlerin ekosistem içindeki yerini, yaşamsal döngülerini ve çevresel değişimlere karşı uyum yeteneklerini daha iyi anlayabilmek için önem taşıdığı söylenebilir. Ayrıca, özellikle ekonomik açıdan daha az öneme sahip olsa da biyolojik çeşitlilik açısından büyük önem taşıyan bu türlerin korunması için stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin etkilerini modelleyen uzun vadeli izleme çalışmaları ve ekosistem temelli koruma planları, bu türlerin gelecekteki hayatta kalma şansını artırabilir. İlhan vd. (2014) “Orta ve Batı Anadolu Endemik İçsu Balıklarının Günümüzdeki Dağılımları ve Koruma Statüleri” başlıklı çalışmalarında bir çok balık türünün neslinin ya tamamen yok olduğunu ya da yok olmak tehlikesi altında olduklarını vurgulanmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarına konu olan endemik balık taksonları için tehdit unsurları arasında, vahşi sulamanın yanı sıra son yıllarda yaşanan iklimsel değişimler neticesinde yağış azlığı dolayısıyla artan kuraklık, su kaynaklarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı, kirlilik ve barajların mevcudiyetinin ön sıralarda yer aldığını bildirmişlerdir.

4. SONUÇ

İklim değişikliği, su ürünleri yetiştiriciliği ve su ekosistemleri üzerinde derinlemesine ve çok boyutlu etkiler yaratmaktadır. Ayrıca, kuraklık, su seviyelerindeki düşüş ve aşırı su kullanımı gibi faktörler, balık türlerinin hayatta kalmasını zorlaştırmakta ve biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. İklim değişikliği, bu süreçleri hızlandırarak, su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün sürdürülebilirliğini daha da zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğine karşı uyum sağlamak, ekosistem temelli yaklaşımlar ve sürdürülebilir su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi kritik öneme sahiptir. Özellikle, su kaynaklarının verimli kullanımı, su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinde yenilikçi teknolojilerin uygulanması ve doğal ekosistemlerin korunması, bu zorluklarla başa çıkmanın temel unsurlarından biridir. Bu alanda yapılacak olan uzun vadeli araştırmalar, ekosistem temelli koruma planlarının oluşturulmasına ve tehdit altındaki türlerin korunmasına yardımcı olacaktır.

İklim değişikliğinin su ürünleri yetiştiriciliği üzerindeki etkileri çok boyutlu olup, bu etkiler su sıcaklıklarının artmasından su seviyelerindeki düşüşlere kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Su sıcaklıklarının artması, birçok balık ve su organizması türü için ölümcül olabilir veya türlerin üreme ve büyüme döngülerini bozabilir. Örneğin, soğuk su balıkları sıcaklık artışına duyarlıdır, bu da bu türlerin yaşam alanlarını kısıtlar. Aksi takdirde, sıcak su türleri için artan sıcaklıklar, büyümeyi hızlandırabilir ancak yine de aşırı sıcaklıklar türlerin hayatta kalmasını zorlaştırabilir.

Su seviyelerindeki düşüş, ekosistemlerin tıkanmasına, oksijen seviyelerinin azalmasına ve habitat kaybına yol açar. Ayrıca, kuraklık ve su seviyelerindeki azalma, tatlı su kaynaklarının tükenmesine neden olabilir, bu da su ürünleri yetiştiriciliği için doğrudan tehdit oluşturur. Biyolojik çeşitliliğin

azalması, ekosistemlerin dengesini bozarak diğer türlerin de hayatta kalma şansını azaltabilir. Örneğin, balık türlerinin azalması, bu türlere bağımlı olan diğer canlıların yaşamını tehdit eder.

İklim değişikliğinin hızlandığı bu süreçler, su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün sürdürülebilirliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Sektör, ekosistemlere dayalı işlevselliğini kaybedebilir ve ekonomiye olan katkısı azalabilir. Suyun verimli kullanımı ve kaynak yönetimi konularında doğru adımlar atılmadığı takdirde, su ekosistemlerinin daha da tahrip olması muhtemeldir. Ayrıca, aşırı su kullanımı, su ekosistemlerinde doğal dengeyi bozabilir ve bu da balık türlerinin hayatta kalmasını zorlaştırabilir.

Bir başka önemli sorun ise aşırı balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği arasındaki dengenin kaybolmasıdır. Aşırı avlanma, deniz ve göl ekosistemlerinde türlerin yok olmasına yol açmakta, bu da hem ekosistemler hem de yetiştiricilik için tehdit oluşturmaktadır. Ekosistemler arası dengeyi sağlamak için yapılan müdahaleler, iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmeye yönelik kritik öneme sahiptir.

Ekosistem temelli yaklaşımlar, bu tür zorluklarla başa çıkmanın en etkili yollarından biridir. Bu yaklaşım, su ekosistemlerinin ve doğal kaynakların yönetimi ve korunması için sürdürülebilir yöntemler geliştirmeyi hedefler. Bu tür bir yaklaşımda, insan faaliyetlerinin doğrudan etkilerini minimize etmek, ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin korunması sağlanarak uzun vadeli sürdürülebilirlik elde edilmeye çalışılır. Doğal ekosistemlerin korunması, ekosistem hizmetlerinin devamını sağlayarak hem su ürünleri yetiştiriciliği hem de genel su ekosistemlerinin sağlığını artırır.

Su ürünleri yetiştiriciliği alanında sürdürülebilirlik sağlamak adına yenilikçi teknolojilerin uygulanması önemlidir.

Bu teknolojiler, suyun daha verimli kullanılmasını, atıkların daha etkin şekilde yönetilmesini ve ekosistemle uyumlu yetiştiricilik sistemlerinin oluşturulmasını sağlayabilir. Örneğin, kapalı sistemler (recirculating aquaculture systems - RAS), suyun sürekli olarak filtre edilip geri kullanıldığı sistemlerdir ve suyun daha verimli kullanılmasına olanak tanır. Ayrıca, deniz ekosistemlerinde balık yetiştiriciliği sırasında kullanılan yemlerin sürdürülebilir kaynaklardan temin edilmesi, aşırı avlanmanın önüne geçebilir.

Doğal su kaynaklarının yönetimi ve koruması, aynı zamanda biyoçeşitliliğin korunması açısından kritik öneme sahiptir. Suyun verimli kullanımı, iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençli su ekosistemlerinin inşa edilmesine yardımcı olabilir. Bu noktada, sürdürülebilir su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi, yerel su kaynaklarının korunması ve suyun temiz tutulması önemli faktörlerdir.

Uzun vadeli araştırmalar, iklim değişikliğinin su ekosistemleri ve su ürünleri yetiştiriciliği üzerindeki etkilerini anlamak için kritik bir rol oynamaktadır. Bu tür araştırmalar, ekosistem temelli koruma planlarının oluşturulmasına olanak sağlar ve bu planlar, tehdit altındaki türlerin korunmasına yardımcı olabilir. Ekosistem tabanlı koruma, türlerin korunmasını yalnızca bir hedef olarak almakla kalmaz, aynı zamanda tüm ekosistemin sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için gereken koşulları oluşturur.

Sonuç olarak, iklim değişikliği, su ürünleri yetiştiriciliği ve su ekosistemleri üzerinde önemli ve çok boyutlu etkiler yaratmaktadır. Bu etkilerin önlenmesi ya da en aza indirilmesi için ekosistem temelli yaklaşımlar, sürdürülebilir su yönetimi stratejileri ve yenilikçi teknolojilerin kullanılması büyük bir önem taşımaktadır. Sadece sektörün sürdürülebilirliğini sağlamak için

değil, aynı zamanda biyoçeşitliliği koruyarak ekosistemlerin sağlıklı kalmasını garanti etmek için de bu adımlar gereklidir.

KAYNAKLAR

- Adger, W. N., Dessai, S., Goulden, M., Hulme, M., Lorenzoni, I., Nelson, D. R., ... & Wreford, A. (2009). Are there social limits to adaptation to climate change?. *Climatic change*, 93, 335-354.
- Ahmed, N., Bunting, S. W., Rahman, S., & Garforth, C. J. (2014). Community-based climate change adaptation strategies for integrated prawn–fish–rice farming in Bangladesh to promote social–ecological resilience. *Reviews in Aquaculture*, 6(1), 20-35.
- Avnimelech, Y. 2015. Biofloc Technology - A Practical Guidebook, Third Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. USA.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S., & Poulain, F. (2018). Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. United Nations' Food and Agriculture Organization, 12(4), 628-635.
- Bene, C., Arthur, R., Norbury, H., Allison, E. H., Beveridge, M., Bush, S., ... & Williams, M. (2016). Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence. *World development*, 79, 177-196.
- Bene, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstup-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G. I., & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050–Putting fish back on the menu. *Food security*, 7, 261-274.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (Eds.). (2008). Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge university press.
- Berkes, F., Folke, C., & Colding, J. (Eds.). (2000). Linking social and ecological systems: management practices and social

mechanisms for building resilience. Cambridge University Press.

Berrang-Ford, L., Ford, J. D., & Paterson, J. (2011). Are we adapting to climate change?. *Global environmental change*, 21(1), 25-33.

Berrang-Ford, L., Pearce, T., & Ford, J. D. (2015). Systematic review approaches for climate change adaptation research. *Regional Environmental Change*, 15, 755-769.

Biesbroek, R., Berrang-Ford, L., Ford, J. D., Tanabe, A., Austin, S. E., & Lesnikowski, A. (2018). Data, concepts and methods for large-n comparative climate change adaptation policy research: A systematic literature review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 9(6), e548.

Dabbadie, L., Aguilar-Manjarrez, J., Beveridge, M. C., Bueno, P. B., Ross, L. G., & Soto, D. (2019). Effects of climate change on aquaculture: drivers, impacts and policies. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture*, 449.

De Silva, S. S., & Davy, F. B. (2010). Success stories in Asian aquaculture. IDRC, Ottawa, ON, CA.

De Silva, S. S., & Soto, D. (2009). Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 530, 151-212.

FAO (2015) *Assessing Climate Change Vulnerability in Fisheries and Aquaculture: Available Methodologies and their Relevance for the Sector*, by Cecile Brugere and Cassandra De Young. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 597*. FAO, Rome.

- FAO (2016) The State of World Fisheries and Aquaculture 2016, Contributing to Food Security and Nutrition for All. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO (2017) Adaptation Strategies of the Aquaculture Sector to the Impacts of Climate Change, by Pedro B. Bueno and Doris Soto. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1142.
- FAO (2019) FishStatJ – Software for Fishery and Aquaculture Statistical Time Series [Online]. Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO, Rome. FAO (2018) The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Meeting the Sustainable Development Goals. FAO, Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Friedman, T. (2013). Without water, revolution. New York Times, 18, 24.
- Friedman, T. 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=i31v1z--3Z8>
- Fry, J.P., N.A. Mailloux, D.C. Love, C.M. Milli and C. Ling. 2018. Feed conversion efficiency in aquaculture: Do we measure it correctly. Environmental. Research Letters 13:024017.
- GAA (2019) Global Aquaculture Alliance [Online]. Portsmouth, NH 03801 USA: Global Aquaculture Alliance. [Cited 03 August 2019.] Available from URL: <https://www.aquaculturealliance.org/>.
- Galappaththi, E. K., Berkes, F., & Ford, J. D. (2019). Climate change adaptation in coastal shrimp aquaculture: a case from northwestern Sri Lanka.

- Galappaththi, E. K., Ford, J. D., & Bennett, E. M. (2020). Climate change and adaptation to social-ecological change: the case of indigenous people and culture-based fisheries in Sri Lanka. *Climatic Change*, 162(2), 279-300.
- Graham, C. T., & Harrod, C. (2009). Implications of climate change for the fishes of the British Isles. *Journal of Fish Biology*, 74(6), 1143-1205.
- Hossain, M. A., Ahmed, M., Ojea, E., & Fernandes, J. A. (2018). Impacts and responses to environmental change in coastal livelihoods of south-west Bangladesh. *Science of the Total Environment*, 637, 954-970.
- IPCC, Barioni LG, Benton TG, Herrero M, Krishnapillai M, Liwenga E, Pradhan P, Rivera-Ferre MG, Sapkota T, Tubiello FN, Xu Y (2019) Food security. In: Contreras EM, Diouf AA (eds) *Climate Change and Land. An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems* (pp. 437–550). IPCC: in press (Chapter 5).
- IPCC, de Coninck H, Revi A, Babiker M, Bertoldi P, Buckeridge M, Cartwright A, Dong W, Ford J, Fuss S, Hourcade J-C, Ley D, Mechler R, Newman P, Revokatova A, Schultz S, Steg L, Sugiyama T (2018) Strengthening and implementing the global response. In: Masson-Delmotte V, Zhai P, Portner H-O, Roberts D, Skea J, Shukla PR, € Pirani A, Moufouma-Okia W, Pean C, Pidcock R, Connors S, Matthews JBR, Chen Y, Zhou X, Gomis MI, Lonnoy E, Maycock T, Tignor M, Waterfield T (eds.) *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global*

Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty in press.

İlhan, A., Balık, S., & Sarı, H. (2014). Orta Ve Batı Anadolu Endemik İçsu Balıklarının Günümüzdeki Dağılımları Ve Koruma Statüleri. *Aquatic Sciences and Engineering*, 29(2), 9-34.

Jonsson, B., & Jonsson, N. (2009). A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of fish biology*, 75(10), 2381-2447.

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., ... & Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and society*, 21(2).

Kotzen, B., M.G.C. Emerenciano, N. Moheimani and G.M. Burnell. 2019. Aquaponics: Alternative Types and Approaches. In: Goddek, S., A. Joyce, B., Kotzen and G. Burnell, editors. *Aquaponics Food Production Systems*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_12.

Lebel, L., Lebel, P., Lebel, B., Uppanunchai, A., & Duangsuwan, C. (2018). The effects of tactical message inserts on risk communication with fish farmers in Northern Thailand. *Regional Environmental Change*, 18, 2471-2481.

Limuwa, M. M., Singini, W., & Storebakken, T. (2018). Is fish farming an illusion for Lake Malawi riparian communities under environmental changes?. *Sustainability*, 10(5), 1453.

- Martins, E. G., Hinch, S. G., Cooke, S. J., & Patterson, D. A. (2012). Climate effects on growth, phenology, and survival of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): a synthesis of the current state of knowledge and future research directions. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22, 887-914.
- Nguyen, T. A., Vu, D. A., Van Vu, P., Nguyen, T. N., Pham, T. M., Nguyen, H. T. T., ... & Hens, L. (2017). Human ecological effects of tropical storms in the coastal area of Ky Anh (Ha Tinh, Vietnam). *Environment, development and sustainability*, 19, 745-767.
- Orchard, S. E., Stringer, L. C., & Quinn, C. H. (2015). Impacts of aquaculture on social networks in the mangrove systems of northern Vietnam. *Ocean & Coastal Management*, 114, 1-10.
- Orchard, S. E., Stringer, L. C., & Quinn, C. H. (2016). Mangrove system dynamics in Southeast Asia: linking livelihoods and ecosystem services in Vietnam. *Regional Environmental Change*, 16(3), 865-879.
- Paprocki, K., & Cons, J. (2017). Life in a shrimp zone: aqua-and other cultures of Bangladesh's coastal landscape. In *Critical Perspectives on Food Sovereignty* (pp. 209-230). Routledge.
- Pauly, D., & Zeller, D. (2017). Comments on FAOs state of world fisheries and aquaculture (SOFIA 2016). *Marine Policy*, 77, 176-181.
- Rakocy, J., M.P. Masser and T. Losordo. 2016. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics – integrating fish and plant culture. SRAC Publication No. 454, Southern Regional Aquaculture Center, Stoneville, MS, USA.

- Robinson, R. A., Crick, H. Q., Learmonth, J. A., Maclean, I. M., Thomas, C. D., Bairlein, F., ... & Visser, M. E. (2009). Travelling through a warming world: climate change and migratory species. *Endangered species research*, 7(2), 87-99.
- Rodima-Taylor, D., Olwig, M. F., & Chhetri, N. (2012). Adaptation as innovation, innovation as adaptation: An institutional approach to climate change. *Applied Geography*, 33(0), 107-111.
- Rodriguez-Rodriguez, G., & Ramudo, R. B. (2017). Market driven management of climate change impacts in the Spanish mussel sector. *Marine Policy*, 83, 230-235.
- Scheffran, J., Marmer, E., & Sow, P. (2012). Migration as a contribution to resilience and innovation in climate adaptation: Social networks and co-development in Northwest Africa. *Applied geography*, 33, 119-127.
- Seggel, A., & De Young, C. (2016). Climate change implications for fisheries and aquaculture: summary of the findings of the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular*, (C1122), I.
- Sherman, M., Berrang-Ford, L., Lwasa, S., Ford, J., Namanya, D. B., Llanos-Cuentas, A., ... & IHACC Research Team. (2016). Drawing the line between adaptation and development: a systematic literature review of planned adaptation in developing countries. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(5), 707-726.
- Siders, A. R. (2019). Adaptive capacity to climate change: A synthesis of concepts, methods, and findings in a

- fragmented field. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 10(3), e573.
- Soto, D., Ross, L. G., Handisyde, N., Bueno, P. B., Beveridge, M. C., Dabbadie, L., ... & Pongthanapanich, T. (2019). Climate change and aquaculture: vulnerability and adaptation options. Impacts of climate change on fisheries and aquaculture, 465.
- Taylor, S. G. (2008). Climate warming causes phenological shift in Pink Salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, behavior at Auke Creek, Alaska. *Global Change Biology*, 14(2), 229-235.
- Timmons M.B. and J.M. Ebeling. 2007. *Recirculating Aquaculture Systems*, Second Edition, Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY USA
- Tran, N., Rodriguez, U. P., Chan, C. Y., Phillips, M. J., Mohan, C. V., Henriksson, P. J. G., ... & Hall, S. (2017). Indonesian aquaculture futures: An analysis of fish supply and demand in Indonesia to 2030 and role of aquaculture using the AsiaFish model. *Marine Policy*, 79, 25-32.
- Van Putten, I., Metcalf, S., Frusher, S., Marshall, N., & Tull, M. (2014). Fishing for the impacts of climate change in the marine sector: a case study. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 6(4), 421-441.
- Verdegem, M.C.J., R.H. Bosma and J.A.V. Verreth. 2006. Reducing water use for animal production through aquaculture. *Water Resources Development* 22(1):101-113.

SU ÜRÜNLERİ KONULARI

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com